COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 DÉCEMBRE 1859.

PRÉSIDENCE DE M. DE SENARMONT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Mouvement des gaz de la poudre dans l'âme des bouches à feu; par* M. PIOBERT. (Suite.)

« **30.** *Loi de variations des densités, exprimée par une fonction transcendante.* — Le calcul infinitésimal donne les moyens d'obtenir directement la valeur exacte des densités des gaz, à laquelle on n'arrive, par la méthode précédente, que par des approximations successives. Quoique la loi de formation des termes de la série qui exprime la valeur cherchée soit facile à saisir, il convient d'en avoir une expression finie. D'après ce qu'on a vu (27) pour le cas où les densités sont proportionnelles aux tensions, l'ordonnée y de la courbe des densités varie comme le moment de la surface placée en avant de la tranche z, $s \times g$, par rapport à la tranche immobile, ou comme la différence des moments de la surface entière $S \times \frac{\theta}{r}$ et de la surface placée en arrière de la même tranche z, $s' \times g'$, l'une et l'autre de ces quantités étant multipliées par l'unité de masse $\frac{\mu}{S}$ et augmentées du moment

du projectile m. Vu le peu de compressibilité du mobile, on le supposera placé en entier dans la dernière tranche des gaz, à une distance de la tranche immobile, qu'on prendra ici pour unité afin de simplifier les formules; z exprime alors ce que représentait $\frac{z}{\theta}$ dans ce qui précède; par le même motif, on représentera les logarithmes népériens par le signe l'. On aura donc

$$y = \frac{\mu}{S} s \times g + m = \frac{\mu}{S} S \times \frac{1}{r} - \frac{\mu}{S} s' \times g' + m.$$

Le moment de la surface entière $S \times \frac{1}{r}$ est égal à $\int_0^1 yzdz$ et celui de la surface placée en arrière de la tranche z est $\int_0 yzdz$; on aura donc

$$y = \frac{\mu}{S}\int_0^1 yzdz - \frac{\mu}{S}\int_0 yzdz + m.$$

Pour séparer les variables, il suffit de différentier cette équation, et il vient

$$dy = -\frac{\mu}{S} yzdz,$$

ou

$$\frac{dy}{y} = -\frac{\mu}{S} zdz = -bzdz;$$

en intégrant, on a

$$l'y = \frac{C - bz^2}{2} \quad \text{et} \quad y = e^{\frac{C - bz^2}{2}} = e^{\frac{C}{2}} \times e^{-\frac{bz^2}{2}}.$$

Mais cette valeur de y doit remplir les conditions de $y = m + \frac{\mu}{r}$ pour $z = 0$, et de $y = m$ pour $z = 1$; en déterminant C et b de manière à y satisfaire, on a

$$e^{\frac{C}{2}} = m + \frac{\mu}{r} \quad \text{et} \quad e^{\frac{C-b}{2}} = m;$$

divisant ces deux valeurs l'une par l'autre, il vient

$$e^{\frac{b}{2}} = \frac{m + \frac{\mu}{r}}{m};$$

d'où

$$e^{\frac{bz^2}{2}} = \left(\frac{m + \frac{\mu}{r}}{m}\right)^{z^2}$$

et

$$y = \left(m + \frac{\mu}{r}\right) \times \left(\frac{m + \frac{\mu}{r}}{m}\right)^{-z^2} = m\left(\frac{m + \frac{\mu}{r}}{m}\right)^{1-z^2} = ma^{1-z^2},$$

en faisant, pour simplifier les formules,

$$\frac{m + \frac{\mu}{r}}{m} = 1 + \frac{\mu}{mr} = a.$$

» **31**. *Position du centre de gravité des gaz.* — Il reste à connaître la valeur de r; pour y arriver, il faut évaluer l'aire de la surface totale S qui est $\int_0^1 ydz$ et son moment $S \times \frac{1}{r}$ qui est $\int_0^1 yzdz$; car on a évidemment

$$\int_0^1 yzdz = \frac{1}{r}\int_0^1 ydz;$$

pour obtenir les intégrales de ces expressions, on substituera dans chacune d'elles la valeur de y trouvée ci-dessus; il vient d'abord

$$\int yzdz = m\int a^{1-z^2} zdz = \frac{m}{2}\,\frac{C - a^{1-z^2}}{l'a};$$

or cette intégrale doit être nulle quand $z = 0$; donc $C = a$, et par suite

$$\int_0 yzdz = \frac{m}{2}\,\frac{a - a^{1-z^2}}{l'a} \quad \text{et} \quad \int_0^1 yzdz = \frac{m}{2l'a}(a-1):$$

tel est le moment de la surface entière de la courbe des densités. Quant à l'expression de cette surface $\int_0^1 ydz$, il faut d'abord y substituer la valeur de y, et on a

$$\int ydz = ma\int a^{-z^2} dz = ma\int \frac{a^{-z^2} z}{z} dz$$
$$= ma^{1-z^2} z\left[\frac{1}{1} + \frac{2z^2 l'a}{1.3} + \frac{4z^4(l'a)^2}{1.3.5} + \frac{8z^6(l'a)^3}{1.3.5.7} + \frac{16z^8(l'a)^4}{1.3.5.7.9} + \ldots\right] + C;$$

donc l'aire cherchée

$$\int_0^1 y dz = m\left[1 + \frac{2l'a}{3} + \frac{4(l'a)^2}{3.5} + \frac{8(l'a)^3}{3.5.7} + \frac{16(l'a)^4}{3.5.7.9} + \ldots\right] = m\text{K}.$$

Divisant l'une par l'autre les deux intégrales définies précédentes pour avoir la valeur de r, il vient

$$r = \frac{2\text{K}l'a}{a - 1},$$

et en substituant pour $a - 1$ sa valeur, on a

$$\frac{\mu}{m} = 2\text{K}l'a = 2\text{K}l'\left(1 + \frac{\mu}{mr}\right);$$

mettant pour K sa valeur,

$$\frac{\mu}{2m} = l'a\left[1 + \frac{2l'a}{3} + \frac{4(l'a)^2}{3.5} + \frac{8(l'a)^3}{3.5.7} + \frac{16(l'a)^4}{3.5.7.9} + \ldots\right].$$

» Il reste à résoudre cette équation transcendante en prenant pour inconnue $l'a$; comme la série devient très-convergente, on ne prend d'abord qu'un très-petit nombre de termes, et dans les derniers on remplace r par une valeur approchée, tirée du décroissement parabolique, par exemple; puis on prend successivement un plus grand nombre de termes de la série, en substituant dans les derniers la valeur trouvée de r, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on trouve l'approximation suffisante. Quand $m = 3\mu$, il vient

$$r = 2{,}050943446 = \frac{1}{0{,}48758048534}, \quad a = 1{,}162526828447,$$

$$l'a = 0{,}150595936456, \quad \text{l}a = 0{,}06540298422 \quad \text{et} \quad \text{K} = 1{,}1067142358.$$

» **32**. *Densités exactes des tranches de gaz.* — Au moyen de r et de a, on trouve les densités exactes des gaz, lesquelles comparées à celles qui ont été trouvées dans les différentes approximations données précédemment (**18** et **28**), montrent qu'elles sont ordinairement suffisantes pour la pratique; les dernières ne diffèrent que dans la sixième décimale.

POSITION DE LA TRANCHE.	VALEURS DE φ. Loi parabolique.	1re approximation.	2e approximation.	3e approximation.	Valeur exacte.
Tranche immobile.	1,04889711	1,0504210	1,05043164	1,05043081	1,0504308980
0,1	1,04743019	1,0488433	1,04885116	1,04885011	1,0488501822
0,2	1,04302944	1,0441234	1,00412298	1,04412223	1,0441222930
0,3	1,03569487	1,0363009	1,03628966	1,03628970	1,0362897903
0,4	1,02542648	1,0254421	1,02542285	1,02542283	1,0254228963
0,5	1,01222426	1,0116397	1,01161831	1,01161837	1,0116184508
0,6	0,99608821	0,9950129	0,9949820	0,99499839	0,9949984715
0,7	0,97701834	0,9757074	0,9570750	9,97570828	0,9757083388
0,8	0,95501464	0,9538954	0,95391400	0,95391470	0,9539147803
0,9	0,93007712	0,9297755	0,91980329	0,92980319	0,9298032732
Contre le projectile.	0,90220578	0,9035724	0,90357600	0,90357553	0,9035756185
Valeurs de r.	2,0501225	2,0510286	2,050942	2,050943	2,050943446
Équation à résoudre.	du 2e degré.	du 3e degré.	du 4e degré.	transcendante.	transcendante.

La valeur de r pouvant être déterminée exactement, l'équation du mouvement du centre de gravité, ainsi que la condition d'égalité de densité dans les deux charges μ' et μ'' à la tranche immobile qui leur est commune, serviront, comme précédemment (**19**), à trouver le rapport $\frac{\mu'}{\mu''}$ des deux parties de la charge μ, et par suite à les évaluer exactement, au moyen de l'égalité $\mu' + \mu'' = \mu$: l'équation (A‴) pourra donc être complétée dans tous ses termes.

» **33.** *Somme des forces vives imprimées aux mobiles.* — Les considérations qui précèdent permettent de déterminer exactement la somme des forces vives de toutes les tranches de la charge, qui forme le premier membre des équations (C‴). En effet, la masse de la tranche z est $\frac{\mu}{mK} y dz$, car sa densité $\rho = \frac{y\,D\alpha}{\int_0^1 y dz}$, son volume est $\pi c^2 dz$ et $\pi c^2 D\alpha = \mu$; sa vitesse est vz, celle du projectile étant v au même instant; la force vive de cette tranche sera donc

$$\frac{\mu v^2}{mK} y z^2 dz,$$

et la somme des forces vives des gaz depuis la tranche immobile jusqu'au

projectile,

$$\frac{\mu v^2}{m\mathrm{K}}\int_0^1 y z^2 dz = \Sigma;$$

en mettant pour y sa valeur ma^{1-z^2}, il vient

$$\Sigma = \frac{\mu a v^2}{\mathrm{K}}\int_0^1 a^{-z^2} z^2 dz.$$

Or

$$\begin{aligned}\int a^{-z^2} z^2 dz &= -\frac{a^{-z^2} z}{2 l'a} + \frac{1}{2 l'a}\int a^{-z^2} dz \\ &= -\frac{a^{-z^2} z}{2 l'a} + \frac{a^{-z^2} z}{2 l'a}\left[1 + \frac{2z^2 l'a}{1.3} + \frac{4z^4 (l'a)^2}{1.3.5} + \frac{8z^6 (l'a)^3}{1.3.5.7} + \ldots\right] \\ &= \frac{a^{-z^2}}{2 l'a}\left[\frac{2z^2 l'a}{3} + \frac{4z^4 (l'a)^2}{3.5} + \frac{8z^6 (l'a)^3}{3.5.7} + \frac{16 z^8 (l'a)^4}{3.5.7.9} + \ldots\right];\end{aligned}$$

intégrant depuis $z = 0$ jusqu'à $z = 1$, et substituant dans la valeur de Σ, il vient

$$\Sigma = \frac{\mu v^2}{2\mathrm{K} l'a}\left[\frac{2 l'a}{3} + \frac{4(l'a)^2}{3.5} + \frac{8(l'a)^3}{3.5.7} + \ldots\right] = \frac{\mu v^2}{2 l'a}\,\frac{\mathrm{K}-1}{\mathrm{K}}.$$

On a trouvé précédemment (**31**), entre les valeurs de $l'a$ et de K, la relation

$$2\mathrm{K} l'a = \frac{\mu}{m};$$

donc

$$\Sigma = m(\mathrm{K}-1)v^2 = \frac{\mu - 2ml'a}{2l'a} v^2.$$

Dans le cas de $m = 3\mu$, on a alors

$$\begin{aligned}\Sigma &= \frac{\mu v^2}{2l'a}(1 - 6l'a) = \frac{\mu v^2 0,0964243834}{2\times 0,150595936456} \\ &= \mu v^2 \times 3(0,1067142357) = \mu v^2 \times 0,3201427071.\end{aligned}$$

D'après la loi de décroissement parabolique des densités des gaz dans les tranches successives de la charge, cas traité précédemment (**21**), on aurait

$$\Sigma = \frac{5mr + 2\mu}{15mr + 10\mu}\mu v^2 = \mu v^2 \times 0,3202941,$$

valeur qui diffère peu de la véritable, même pour ce cas de $n=1$ et de $m=3\mu$, qui est très-défavorable à cette hypothèse; aussi comme celle-ci simplifie beaucoup les calculs, il convient de l'adopter dans un grand nombre de cas de la pratique. Le premier membre des équations (C''') doit contenir la force vive du projectile mv^2, en même temps que celle des gaz; on aura donc pour ce premier membre

$$mv^2+\Sigma=m\mathrm{K}\,v^2=\frac{\mu}{2l'a}v^2=mv^2\left[1+\frac{2l'a}{3}+\frac{4(l'a)^2}{3.5}+\frac{8(l'a)^3}{3.5.7}+\ldots\right].$$

Comme les termes de la série diminuent rapidement, les forces vives du projectile et des gaz tendent à se trouver de plus en plus dans le rapport de 1 à $\frac{2l'a}{3}$ à mesure que a se rapproche de l'unité, ou que le poids de la charge est une plus petite fraction de celui du projectile.

» 34. *Quantité de travail développée dans la détente des gaz.* — La quantité de travail développée dans l'expansion des gaz de la charge s'obtient comme précédemment, en considérant les pressions des tranches de gaz les unes sur les autres. La pression d'une tranche quelconque z sur sa voisine est exprimée par $\pi c^2 k\rho$, puisque dans le cas actuel la tension des gaz est supposée proportionnelle à la densité; or $\rho=\dfrac{y\mathrm{D}\alpha}{\int_0^1 ydz}$ et $\pi c^2\mathrm{D}\alpha=\mu$, la pression sur toute l'étendue de cette tranche sera donc égale à $\frac{\mu k}{m\mathrm{K}}y$; la somme des pressions de toutes les tranches depuis $z=0$ jusqu'à $z=1$, position du projectile dont la distance au fond de l'âme a été prise pour unité (30), sera

$$\int_0^1\frac{\mu k}{m\mathrm{K}}ydz=\frac{\mu k}{m\mathrm{K}}\int_0^1 ydz=\frac{\mu k}{m\mathrm{K}}\times m\mathrm{K}=\mu k=\pi c^2 k\mathrm{D}\alpha.$$

Afin d'obtenir la somme des quantités de travail des tranches de gaz pour toutes les densités successives qu'elles prennent dans les diverses positions du projectile, il faut ici rétablir la longueur absolue θ de l'espace que les gaz occupent dans l'âme de la pièce au moment que l'on considère, et qui détermine l'abaissement général des densités que toutes les tranches éprouvent dans leur expansion; de sorte que le travail des tranches pour un petit parcours $d\theta$ sera

$$\pi c^2 k\frac{\mathrm{D}\alpha}{\theta}d\theta,$$

dont l'intégrale, prise dans toute l'étendue du parcours du projectile, à partir de $\theta = \alpha$, est

$$\pi c^2 k \mathrm{D} \alpha l' \frac{\theta}{\alpha},$$

comme précédemment (**12** et **22**), pour le cas d'une densité uniforme des gaz dans toutes les tranches et pour celui où la densité décroît comme les ordonnées d'une parabole. La répartition des gaz dans les différentes tranches n'a ainsi aucune influence sur le travail, lorsque la tension des gaz est proportionnelle à leur densité.

» En appliquant ce qui précède aux parties μ' et μ'' d'une charge μ lançant un projectile m, dans une pièce M, on a, en faisant $1 + \frac{\mu'}{mr'} = a'$ et $1 + \frac{\mu''}{mr''} = a''$,

$$(\mathrm{C}''') \left\{ \begin{aligned} & m\left(1 + \frac{2l'a'}{3} + \frac{4(l'a')^2}{3.5} + \frac{8(l'a')^3}{3.5.7} + \frac{16(l'a')^4}{3.5.7.9} + \ldots\right) v^2 \\ & = \frac{\mu'}{2l'a'} v^2 = 2\pi c^2 k \mathrm{D}' \alpha' l' \frac{\theta'}{\alpha'} = 2\mu' k l' \frac{\theta}{\alpha}, \\ & \mathrm{M}\left(1 + \frac{2l'a''}{3} + \frac{4(l'a'')^2}{3.5} + \frac{8(l'a'')^3}{3.5.7} + \frac{16(l'a'')^4}{3.5.7.9} + \ldots\right) \mathrm{V}^2 \\ & = \frac{\mu''}{2l'a''} \mathrm{V}^2 = 2\pi c^2 k \mathrm{D}'' \alpha'' l' \frac{\theta''}{\alpha''} = 2\mu'' k l' \frac{\theta}{\alpha}; \end{aligned} \right.$$

en ajoutant ces deux équations, on aurait l'équation (B''').

» **35**. *Tension des gaz variant comme la puissance n de la densité.* — La tension des gaz employés ordinairement pour lancer les projectiles variant dans un plus grand rapport que leur densité, il faut considérer le cas plus général dans lequel la tension varie comme une puissance n de la densité et chercher le décroissement des densités, de tranche en tranche, qui résulte des lois du mouvement. La tension des gaz dans chaque tranche doit être, ainsi qu'on l'a vu (**27**), en raison du moment de la masse de la portion de charge située en avant, augmentée de celui du mobile placé à son extrémité : mais on a

$$p = k\rho^n = \frac{k y^n \alpha^n \mathrm{D}^n}{\left(\int_0^1 y\,dz\right)^n} = k' y^n;$$

par suite ce sera y^n qui, dans ce cas, sera proportionnel à la somme des

moments (**30**), et l'on aura

$$y^n = \frac{\mu}{S}\int_z^1 yzdz - \frac{\mu}{S}\int_0^1 yzdz + m.$$

En différentiant, il vient

$$ny^{n-1}dy = -\frac{\mu}{S}yzdz = -byzdz \quad \text{ou} \quad ny^{n-2}dy = -bzdz;$$

intégrant, on a

$$\frac{n}{n-1}y^{n-1} = C - \frac{bz^2}{2}.$$

Comme l'on doit avoir $k\rho^n = \left(m + \frac{\mu}{r}\right)k'$ pour $z = 0$, et $k\rho^n = mk'$ pour $z = 1$, il en résulte que dans le premier cas $y = \left(m + \frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{n}}$, et que dans le deuxième $y = m^{\frac{1}{n}}$. La substitution de ces deux valeurs dans l'intégrale donne

$$\frac{n}{n-1}\left(m + \frac{\mu}{r}\right)^{\frac{n-1}{n}} = C \quad \text{et} \quad \frac{n}{n-1}m^{\frac{n-1}{n}} = C - \frac{b}{2};$$

ces conditions permettent d'éliminer C et b de l'intégrale, qui devient

$$y^{n-1} = \left(m + \frac{\mu}{r}\right)^{\frac{n-1}{n}} - \left[\left(m + \frac{\mu}{r}\right)^{\frac{n-1}{n}} - m^{\frac{n-1}{n}}\right]z^2.$$

» **36**. *Conditions générales auxquelles doivent satisfaire les tensions et les densités des gaz par suite des lois du mouvement de ces gaz.* — Le résultat précédent est remarquable; comparé à celui qui a été obtenu précédemment (**23**), il montre : 1° que pour satisfaire aux lois du mouvement des gaz, le rapport de la tension à la densité de chaque tranche, ou la puissance $n - 1$ de cette densité, doit décroître, de la tranche immobile jusqu'à celle qui est en contact avec le mobile, comme les ordonnées d'une parabole ordinaire, parallèles à son axe, diminuent à partir de son sommet; 2° que dans le cas particulier de $n = 2$, ou de la tension proportionnelle au carré de la densité, le décroissement parabolique des densités des gaz donne la loi exacte de ce qui a lieu dans les tranches. On voit aussi que toutes les fois que n est peu différent de 2, le décroissement parabolique représente les densités des gaz d'une manière très-approchée; de sorte qu'on peut prendre sans grande

erreur les valeurs suivantes qui ne sont exactes que pour $n = 2$,

$$y = \left(m + \frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{n}} - \left[\left(m + \frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{n}} - m^{\frac{1}{n}}\right] z^2,$$

$$\varphi = \frac{\left(m + \frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{n}} - \left[\left(m + \frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{n}} - m^{\frac{1}{n}}\right] z^2}{\left(m + \frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{n}} - \frac{1}{3}\left[\left(m + \frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{n}} - m^{\frac{1}{n}}\right]},$$

et

$$\frac{1}{r} = \frac{\frac{1}{2}\left(m + \frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{n}} - \frac{1}{4}\left(m + \frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{n}} + \frac{1}{4} m^{\frac{1}{n}}}{\left(m + \frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{n}} - \frac{1}{3}\left(m + \frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{n}} + \frac{1}{3} m^{\frac{1}{n}}} = \frac{3\left(m + \frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{n}} + 3 m^{\frac{1}{n}}}{8\left(m + \frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{n}} + 4 m^{\frac{1}{n}}}.$$

» **37**. *Valeurs exactes des densités des gaz quand la tension est proportionnelle au carré de la densité.* — Quand la tension des gaz est proportionnelle au carré de la densité, on a les valeurs exactes de φ dans les diverses tranches de gaz de la charge, indiquées dans le tableau suivant pour $m = 3\mu$ et pour $m = 4\mu$.

Charge en poids du projectile		$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$
Valeurs de $\frac{1}{r}$		0,4937343	0,49518522
Valeurs de r		2,0251784	2,0194464
Valeurs de φ..	Tranche immobile	1,02506275	1,01925929
	0,1	1,02431087	1,01868145
	0,2	1,02205522	0,01694811
	0,3	1,01820581	0,01405919
	0,4	1,01303263	1,01001472
	0,5	1,00626569	1,00481470
	0,6	0,99799498	0,99845913
	0,7	0,98822051	0,99094801
	0,8	0,97694227	0,98228134
	0,9	0,96416026	0,97245911
	Tranche contre le projectile	0,94987449	0,96148132

» **38**. *Densités des gaz de la poudre dans les différentes tranches de la charge.* — La tension des gaz de la poudre varie dans un plus grand rapport que le carré de la densité, c'est-à-dire que la valeur de n est plus grande que 2 : elle varie autour de 2,03 pour les densités de 0,25

à 0,42; elle monte à 2,034 pour les densités de 0,50 à 0,60; enfin elle est de 2,04 pour les densités au-dessous de 0,25 et au-dessus de 0.60 (*); de sorte qu'en général elle diffère peu de 2,03 pour les densités que les gaz de la poudre ont dans les bouches à feu, depuis l'instant du déplacement du projectile jusqu'au moment où les plus grands effets des gaz sont produits sur le mobile. Dans le cas ordinaire de l'emploi de la poudre, on peut donc faire $n = 2{,}03$ dans les expressions précédentes (**36**). En comparant les résultats exacts (**35**), avec ceux qu'on obtient des expressions analogues dans l'hypothèse du décroissement parabolique des densités, on obtient les valeurs suivantes de y et de φ.

Charge en poids du projectile		$\frac{1}{3}$		$\frac{1}{4}$	
		Solution exacte.	Loi parabolique.	Solution exacte.	Loi parabolique.
Valeurs de $\frac{1}{r}$		0,49382465	0,49382465	0,4952550	0,4952550
Valeurs de r		2,025010	2,025010	2,019157	2,019157
Valeurs de y.	Tranche immobile	1,8519785	1,8519785	2,0967843	2,0967843
	0,1	1,8506446	1,8506392	2,0956132	2,0956126
	0,2	1,8466338	1,8466212	2,092102	2,0920976
	0,3	1,8399410	1,8399246	2,086243	2,0862393
	0,4	1,8305701	1,8305494	2,078046	2,0780376
	0,5	1,8185270	1,8184957	2,067512	2,0674925
	0,6	1,8037959	1,8037633	2,054627	2,0546041
	0,7	1,7863917	1,7863522	2,039398	2,0393724
	0,8	1,7662990	1,7662625	2,021820	2,0217974
	0,9	1,7435180	1,7434942	2,001894	2,0018791
	Contre le projectile.	1,7180471	1,7180472	1,9796172	1,9796172
Valeurs de φ.	Tranche immobile	1,024691	1,0247014	1,018974	1,0189800
	0,1	1,023952	1,0239604	1,018405	1,0184106
	0,2	1,021733	1,0217373	1,016698	1,0167024
	0,3	1,018030	1,0180321	1,013852	1,0138554
	0,4	1,012845	1,0128448	1,009869	1,0098696
	0,5	1,006180	1,0061754	1,004749	1,0047450
	0,6	0,998031	0,9980239	0,998488	0,9984816
	0,7	0,988400	0,9883903	0,991086	0,9910794
	0,8	0,977282	0,9772747	0,982544	0,9825384
	0,9	0,964679	0,9646769	0,972859	0,9728586
	Contre le projectile.	0,950587	0,9505971	0,962034	0,9620400

(*) *Traité d'artillerie théorique et pratique :* Propriétés et effets de la poudre. Paris, 1859, page 359.

» **39**. On voit que même pour le cas défavorable de $m = 3\mu$, on peut, lorsqu'il s'agit de la poudre, admettre que le décroissement des densités des tranches de gaz suit une loi parabolique, quoique cette loi ne soit exacte que dans le cas de $n = 2$; on aura donc sans erreur sensible comme précédemment (**23**), en rétablissant θ pour la longueur de l'âme occupée par les gaz,

$$\rho = \frac{\left(m+\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{n}} - \left[\left(m+\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{n}} - m^{\frac{1}{n}}\right]\frac{z^2}{\theta^2}}{\frac{2}{3}\left(m+\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{n}} + \frac{1}{3}m^{\frac{1}{n}}}\,\frac{\mathrm{D}\alpha}{\theta} \quad \text{et} \quad \frac{1}{r} = \frac{3\left(m+\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{n}} + 3m^{\frac{1}{n}}}{8\left(m+\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{n}} + 4m^{\frac{1}{n}}}.$$

» Il en sera de même pour la relation qui existe entre z et x et pour la division de la charge μ en deux portions μ' et μ'' qui se meuvent, la première avec le projectile et la seconde avec la pièce; on prendra les équations données précédemment (**23** et **24**); l'équation (A″) du mouvement du centre de gravité restera également la même.

» **40**. La somme des forces vives de toutes les tranches de gaz sera aussi la même (**25**), ainsi que la quantité de travail développée dans l'expansion des gaz (**26**), et on pourra mettre les équations (C″) sous la forme

$$(\mathrm{C}'')\quad \left\{\begin{aligned}
&\left\{m + \frac{2\left(m+\frac{\mu'}{r'}\right)^{\frac{1}{n}} + 3m^{\frac{1}{n}}}{10\left(m+\frac{\mu'}{r'}\right)^{\frac{1}{n}} + 5m^{\frac{1}{n}}}\,\mu'\right\} v^2 \\
&= 2\mu'\,\frac{k\mathrm{D}'^{n-1}}{n-1}\left(1-\frac{\alpha^{n-1}}{\theta^{n-1}}\right)\frac{m+\frac{\mu'}{r'}-\frac{n}{3}\left[m+\frac{\mu'}{r'}-\left(m+\frac{\mu'}{r'}\right)^{\frac{n-1}{n}} m^{\frac{1}{n}}\right]+\frac{n(n-1)}{2.5}\left\{m+\frac{\mu'}{r'}-\ldots\right\}}{\left[\frac{2}{3}\left(m+\frac{\mu'}{r'}\right)^{\frac{1}{n}}+\frac{1}{3}m^{\frac{1}{n}}\right]^n}, \\
&\left\{\mathrm{M} + \frac{2\left(\mathrm{M}+\frac{\mu''}{r''}\right)^{\frac{1}{n}} + 3\mathrm{M}^{\frac{1}{n}}}{10\left(\mathrm{M}+\frac{\mu''}{r''}\right)^{\frac{1}{n}} + 5\mathrm{M}^{\frac{1}{n}}}\,\mu''\right\} \mathrm{V}^2 \\
&= 2\mu''\,\frac{k\mathrm{D}''^{n-1}}{n-1}\left(1-\frac{\alpha^{n-1}}{\theta^{n-1}}\right)\frac{\mathrm{M}+\frac{\mu''}{r''}-\frac{n}{3}\left[\mathrm{M}+\frac{\mu''}{r''}-\left(\mathrm{M}+\frac{\mu''}{r''}\right)^{\frac{n-1}{n}} \mathrm{M}^{\frac{1}{n}}\right]+\frac{n(n-1)}{2.5}\left\{\mathrm{M}+\frac{\mu''}{r''}-\ldots\right\}}{\left[\frac{2}{3}\left(\mathrm{M}+\frac{\mu''}{r''}\right)^{\frac{1}{n}}+\frac{1}{3}\mathrm{M}^{\frac{1}{n}}\right]^n}.
\end{aligned}\right.$$

Quand $n = 2$, les seconds membres de ces équations deviennent respectivement

$$kD'\left(1-\frac{\alpha}{\theta}\right)\frac{6\mu'}{5}\,\frac{11m+8\frac{\mu'}{r'}+4\left(m+\frac{\mu'}{r'}\right)^{\frac{1}{2}}m^{\frac{1}{2}}}{5m+4\frac{\mu'}{r'}+4\left(m+\frac{\mu'}{r'}\right)^{\frac{1}{2}}m^{\frac{1}{2}}}$$

et

$$kD''\left(1-\frac{\alpha}{\theta}\right)\frac{6\mu''}{5}\,\frac{11M+8\frac{\mu''}{r''}+4\left(M+\frac{\mu''}{r''}\right)^{\frac{1}{2}}M^{\frac{1}{2}}}{5M+4\frac{\mu''}{r''}+4\left(M+\frac{\mu''}{r''}\right)^{\frac{1}{2}}M^{\frac{1}{2}}}.$$

» **41**. *Vitesse d'expansion des gaz de la poudre.* — Les solutions précédentes permettent d'admettre un rapport quelconque entre la charge et le projectile, et l'on peut supposer $m = 0$ pour le cas du tir à poudre, ou de l'écoulement des gaz dans un tube de section constante; v sera alors la vitesse d'expansion des gaz arrivés à une distance θ du fond de l'âme; les valeurs relatives à μ' deviennent alors

$$\rho = \frac{\left(\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{n}}\left(1-\frac{z^2}{\theta^2}\right)}{\frac{2}{3}\left(\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{n}}}\,\frac{D\alpha}{\theta} = \frac{3}{2}\left(1-\frac{z^2}{\theta^2}\right)\frac{D\alpha}{\theta},$$

$$\frac{1}{r} = \frac{3\left(\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{n}}}{8\left(\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{n}}} = \frac{3}{8};$$

on a de plus

$$\frac{\mu'}{\mu''} = \frac{2}{3}\,\frac{M}{\frac{\mu'}{r'}},$$

en négligeant $\frac{\mu''}{r''}$ devant M; la somme des forces vives des gaz est $\frac{1}{5}\mu' v^2$, et

les équations (C°) deviennent

$$(C^{\circ})\left\{\begin{aligned}&\frac{\mu'}{5}v^2 = 2\frac{\mu' k D'^{n-1}}{n-1}\left(1-\frac{\alpha^{n-1}}{\theta^{n-1}}\right)\left(\frac{3}{2}\right)^n\left[1-\frac{n}{3}+\frac{n(n-1)}{2.5}-\frac{n(n-1)(n-2)}{2.3.7}+\ldots\right],\\ &\left\{M+\frac{2\left(M+\frac{\mu''}{r''}\right)^{\frac{1}{n}}+3M^{\frac{1}{n}}}{10\left(M+\frac{\mu''}{r''}\right)^{\frac{1}{n}}+5M^{\frac{1}{n}}}\mu''\right\}V^2\\ &= 2\mu''\frac{kD''}{n-1}\left(1-\frac{\alpha^{n-1}}{\theta^{n-1}}\right)\frac{M+\frac{\mu''}{r''}-\frac{n}{3}\left[M+\frac{\mu''}{r''}-\left(M+\frac{\mu''}{r''}\right)^{\frac{n-1}{m}}M^{\frac{1}{n}}\right]+\ldots}{\left[\frac{2}{3}\left(M+\frac{\mu''}{r''}\right)^{\frac{1}{n}}+\frac{1}{3}M^{\frac{1}{n}}\right]^n}.\end{aligned}\right.$$

Si M est très-grand, V est très-petit, et l'on n'a plus que l'équation

$$v^2 = \frac{10kD^{n-1}}{n-1}\left(1-\frac{\alpha^{n-1}}{\theta^{n-1}}\right)\left(\frac{3}{2}\right)^n\left[1-\frac{n}{3}+\frac{n(n-1)}{2.5}-\frac{n(n-1)(n-2)}{2.3.7}+\ldots\right];$$

quand $n=2$, il vient

$$v^2 = 10kD\left(1-\frac{\alpha}{\theta}\right)\left(\frac{3}{2}\right)^2\frac{8}{15} = 12kD\left(1-\frac{\alpha}{\theta}\right) \quad \text{et} \quad v=\sqrt{12kD\left(1-\frac{\alpha}{\theta}\right)}.$$

» Telle serait la vitesse d'arrivée des gaz à la bouche du canon s'ils s'écoulaient dans le vide; mais dans l'air, la résistance opposée par ce milieu a sur le mouvement une très-grande influence, qu'on ne peut négliger, comme dans le cas où les gaz ont à pousser un projectile, la résistance du mobile au mouvement permettant alors de négliger celle de l'air (**4**). Il est donc nécessaire de tenir compte de cette résistance de l'air qui est une fonction de la vitesse v, $f(v)$ devant remplacer $k'm$ dans la valeur de p (**55**); de sorte que p devient $f(v)+k'\frac{\mu'}{r'}$ pour $z=0$, et $f(v)$ pour $z=\theta$; ainsi on aurait

$$y^{n-1} = \left(\frac{f(v)}{k'}+\frac{\mu'}{r'}\right)^{\frac{n-1}{n}} - \left[\left(\frac{f(v)}{k'}+\frac{\mu'}{r'}\right)^{\frac{n-1}{n}} - \left(\frac{f(v)}{k'}\right)^{\frac{n-1}{n}}\right]\frac{z^2}{\theta^2};$$

mais $f(v)$ étant variable, une partie des intégrations devient plus compliquée

» Dans le cas de l'expansion d'un volume indéfini de gaz par un tube, la vitesse d'arrivée à l'orifice qui est v, y augmente ensuite comme si θ devenait de plus en plus grand dans l'expression de v, jusqu'à ce qu'enfin $\frac{\alpha}{\theta}$ fût négligeable par rapport à l'unité.

» **42.** *Rapport quelconque entre la densité et la tension des gaz.* — Lorsque μ diffère sensiblement de 2, ou lorsqu'on veut avoir la solution exacte, il faut la valeur de y en extrayant la racine $n-1$ de chaque membre de l'équation trouvée précédemment (**35**), et développant le deuxième membre en une série ordonnée suivant les puissances de z, qui sera d'autant plus convergente que n sera plus grand et μ plus petit par rapport à m. On aura ainsi, en rétablissant θ pour la longueur de l'âme occupée par les gaz,

$$y = \left(m+\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{n}} - \frac{1}{n-1}\left(m+\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{2-n}{n}}\left[\left(m+\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{n-1}{n}} - m^{\frac{n-1}{n}}\right]\frac{z^2}{\theta^2}$$
$$+ \frac{2-n}{2(n-1)^2}\left(m+\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{3-2n}{n}}\left[\left(m+\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{n-1}{n}} - m^{\frac{n-1}{n}}\right]^2\frac{z^4}{\theta^4}$$
$$- \frac{(2-n)(3-2n)}{2.3(n-1)^3}\left(m+\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{4-3n}{n}}\left[\left(m+\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{n-1}{n}} - m^{\frac{n-1}{n}}\right]^3\frac{z^6}{\theta^6}$$
$$+ \frac{(2-n)(3-2n)(4-3n)}{2.3.4(n-1)^4}\left(m+\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{5-4n}{n}}\left[\left(m+\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{n-1}{n}} - m^{\frac{n-1}{n}}\right]^4\frac{z^8}{\theta^8}$$
$$- \text{etc.}\ldots\ldots\ldots\ldots$$

Cette série est tellement convergente dans les applications à la pratique, même pour $m = 3\mu$ et $z = \theta$, qu'il suffit de ne tenir compte que des premiers termes en z. Ainsi, dans le cas assez défavorable de $n = 1,5 = \frac{3}{2}$ et de la charge du tiers du poids du projectile, on a

$$y = 2,302 - 2\frac{z^2}{\theta^2}1,517 \times 0,075 + \frac{z^4}{\theta^4}0,0056 + 0$$
$$= 2,302 - 0,2273\frac{z^2}{\theta^2} + 0,0056\frac{z^4}{\theta^4}.$$

La série s'arrêterait de même pour $n = 1,33 = \frac{4}{3}$, mais au quatrième terme; pour $n = 1,25 = \frac{5}{4}$, au cinquième terme; pour $n = 1,20 = \frac{6}{5}$, au sixième

terme; pour $n = 1,167 = \frac{7}{6}$, au septième terme, et ainsi de suite.

» **43**. Si on prend la valeur de $\int_0 y dz$ et qu'on la divise par $\int_0^1 y dz$, on a la valeur de $\frac{x}{\alpha}$ pour une valeur quelconque de n, comme précédemment pour des cas particuliers (**18**, **23** et **27**); il vient, en rétablissant encore θ pour la longueur de l'âme occupée par les gaz,

$$\frac{x}{\alpha} = \frac{\left(m+\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{n}}\frac{z}{\theta} - \frac{1}{3(n-1)}\left(m+\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{2-n}{n}}\left[\left(m+\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{n-1}{n}} - m^{\frac{n-1}{n}}\right]\frac{z^3}{\theta^3} + \frac{2-n}{2.5(n-1)^2}\left(m+\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{3-2n}{n}}\left[\left(m+\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{n-1}{n}} - m^{\frac{n-1}{n}}\right]^2\frac{z^5}{\theta^5} - \text{etc.}}{\left(m+\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{n}} - \frac{1}{3(n-1)}\left(m+\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{2-n}{n}}\left[\left(m+\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{n-1}{n}} - m^{\frac{n-1}{n}}\right] + \frac{2-n}{2.5(n-1)^2}\left(m+\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{3-2n}{n}}\left[\left(m+\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{n-1}{n}} - m^{\frac{n-1}{n}}\right]^2 - \frac{(2-n)(3-2n)}{2.3.7(n-1)^3}\left(m+\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{4-3\cdots}{n}}}$$

» Telle est la relation générale qui existe entre x et z; c'est celle que Lagrange a cherché à obtenir sous une forme inverse; sa solution exigeait l'expression de la valeur de z en fonction de x.

» **44**. Au moyen de la valeur précédente de y, on déterminera les densités des différentes tranches de gaz, et égalant $\int_0^1 yz dz$, divisé par $\int_0^1 y dz$, à $\frac{1}{r}$, comme précédemment (**31**), on aura la position du centre de gravité des gaz qui servira à compléter l'équation du mouvement du centre de gravité du système. La somme des forces vives des diverses tranches de la charge s'obtiendrait comme précédemment, ainsi que la quantité de travail développée dans l'extension des gaz; on substituera ces quantités dans l'équation des forces vives qui complétera la solution exacte de la question, dans le cas le plus général auquel on pourra ramener toutes les questions relatives au mouvement des gaz de la poudre.

» J'aurai l'honneur de présenter à l'Académie, le mois prochain, un Mémoire relatif à un travail sur le même sujet, laissé par Lagrange dans ses manuscrits, publié par M. Poisson en 1832 et ayant pour titre : *Formules relatives au mouvement du boulet dans l'intérieur du canon.* »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur les oxydes de fer et de manganèse et certains sulfates considérés comme moyens de transport de l'oxygène de l'air sur les matières combustibles; par* **M. Fréd. Kuhlmann**. (Troisième partie.)

« Les deux premières parties de ce travail ont été principalement consacrées à étudier l'action des oxydes métalliques sur les corps combustibles,

et l'influence de cette action sur la fertilisation du sol, en bornant ces appréciations à l'action de ces oxydes sur les principes constitutifs des matières organiques. Sans sortir de ce cadre, je vais examiner l'influence du sulfate de chaux et du sulfate de fer dans l'agriculture.

Du sulfate de chaux considéré comme agent d'oxydation.

» Notre illustre confrère M. Chevreul, dans ses études sur l'hygiène des villes populeuses, a fait connaître avec quelle facilité le sulfate de chaux des eaux séléniteuses était converti en sulfure de calcium sous l'influence désoxydante de la putréfaction des matières organiques (1). D'un autre côté, lorsqu'on envisage avec quelle facilité le sulfure de calcium passe de nouveau à l'état de sulfate de chaux, au contact de l'air, on n'aura pas de peine à admettre que le plâtre peut concourir, de même que les oxydes de fer et de manganèse, à hâter la combustion des matières organiques dans les terres arables.

» Je suis d'autant plus convaincu qu'il en est ainsi, que dans l'enquête publique provoquée par le Gouvernement sur l'efficacité du plâtre dans l'agriculture, on a été unanime pour constater que cette efficacité n'a lieu qu'à la condition de la présence de matières organiques dans les terres; que récemment encore un agriculteur de la Haute-Marne, M. Disieux, par des expériences directes a constaté l'action très-efficace du plâtre mêlé au fumier dans la culture des céréales, lorsque jusqu'ici l'utilité du plâtrage des terres dans cette culture était contestée.

» Il ne s'ensuit pas toutefois que le plâtre n'intervient pas, ainsi que l'a indiqué M. Liebig, comme moyen de fixation de l'ammoniaque, et qu'il n'y ait plus de difficulté d'expliquer pourquoi le plâtre agit plus efficacement sur certaines récoltes, telles que celles du trèfle, de la luzerne ou du sainfoin, que sur celles des plantes sarclées, des céréales, etc.; mais de ce qu'une explication rencontre quelques objections, il ne faut pas la rejeter à priori, lorsque d'ailleurs elle est d'une application générale. Du reste, MM. Th. de Saussure et Pictet n'ont-ils pas déjà émis l'opinion que le plâtre agit sur le terreau dont il hâte la décomposition, en faisant concourir ses

(1) Des sulfates beaucoup plus stables que le plâtre ne résistent pas à l'action désoxydante des matières organiques. J'ai été souvent à même de constater que le sulfate artificiel de baryte en pâte, par le seul contact du bois des tonneaux qui servent à le renfermer, se réduit partiellement et contracte une odeur d'acide sulfhydrique.

éléments à la nutrition des végétaux (de Gasparin, t. I, p. 87), et certes l'opinion de ces physiologistes mérite un examen sérieux.

» Ainsi, dans mon opinion, conforme à celle de M. de Saussure, dans le plâtrage des terres, il n'y a pas seulement à envisager l'action de la base, mais aussi celle de l'acide sulfurique qui, abstraction faite de la fixation de l'ammoniaque, joue un rôle analogue à celui que j'attribue à l'oxyde de fer, dans la végétation, rôle que les physiologistes ont attribué à ce même oxyde dans les modifications que subit le sang dans la respiration des animaux.

» M. Boussingault attribue au plâtre des effets analogues à ceux du chaulage.

« Dans la supposition assez vraisemblable, dit ce savant agronome, que » le plâtre agit comme le carbonate de chaux, il faut concevoir qu'une fois » en présence des engrais, le sulfate de chaux se décompose et que le ré- » sultat de cette décomposition est le carbonate de chaux dans un grand » état de division, et par cette raison même facilement absorbable. »

» Toutefois le dégagement de la totalité de l'hydrogène sulfuré dans cette hypothèse ne paraît pas possible, et tant qu'il reste des traces de ce corps, les conditions continues d'une absorption de l'oxygène de l'air, et par conséquent aussi les causes de la combustion des matières organiques des engrais, me paraissent exister.

Du sulfate de fer considéré comme agent d'oxydation.

» Les matières désoxygénantes, en général, sont contraires à la végétation. L'action des meilleurs engrais (l'engrais flamand, par exemple), ne peut fertiliser immédiatement des terres extraites du sol à une certaine profondeur. Il faut que par un contact prolongé de l'air, le protoxyde de fer qu'elles contiennent se soit peroxydé. J'ai constaté en outre que des émanations du goudron peuvent arrêter toute végétation dans les couches de champignons. Tous ces faits tendent à faire admettre que le sulfate de protoxyde de fer ne peut produire sur les cultures que des effets nuisibles.

» M. Gris, à qui nous devons quelques expériences sur l'influence des sels de fer sur la végétation, a signalé des résultats avantageux, mais à coup sûr on doit admettre que ces résultats n'ont pu être produits qu'après que l'oxyde de ces sels a été porté au maximum d'oxydation. Cet expérimentateur, établissant une analogie entre cette action et celle que les sels de fer exercent sur l'organisation animale, a pensé que ces sels contribuaient à donner aux plantes des couleurs vives et les guérissaient d'une sorte de chlorose inhérente à la culture dans les terres blanches et froides.

» Quoi qu'il en soit, on connaît l'emploi qui a lieu de temps immémorial dans l'agriculture, des terres noires pyriteuses, celles du département de l'Aisne, par exemple; mais il est utile d'ajouter que l'action de ces terres n'est efficace que lorsqu'elles ont été pendant quelque temps exposées à l'air, sans doute le temps nécessaire pour transformer le sulfure de fer en sulfate, et ce dernier en sulfate basique de sesquioxyde de fer ou même en sesquioxyde par la décomposition de ce dernier sel par l'alumine ou le carbonate de chaux. Cela revient à dire que les sels de fer exercent sur la végétation, après un long contact avec l'air, la même influence que le sesquioxyde de ce métal; qu'ils hâtent la combustion des engrais et facilitent la production de l'acide carbonique, voire même celle de l'acide nitrique.

» M. Thaër, dont le nom fait autorité dans la science agronomique, admet l'efficacité de l'action de sulfate de fer dans les tourbes vitriolées, et considère comme probable la décomposition de l'acide sulfurique, dont l'oxygène, se combinant avec le carbone, peut donner de l'acide carbonique ou quelque autre matière favorable à la végétation (1).

» Enfin, un auteur justement célèbre, M. Ebelmen, dans son travail sur la décomposition des silicates, envisageant la question au point de vue géologique, estime que la décomposition des matières organiques n'est pas sans influence sur la décomposition de ces roches; il pense que cette décomposition exerce une action dissolvante principalement sur les éléments ferrugineux du sol. Il est probable, dit-il, que des acides organiques autres que l'acide carbonique concourent à cette réaction.

» Puis examinant les relations qui existent entre l'altération des silicates et la composition de l'air atmosphérique, et les causes qui tendent à modifier cette composition, il s'exprime ainsi : « Si l'oxydation des roches ferrifères désagrégées donne du peroxyde de fer et soustrait à l'atmosphère beaucoup d'oxygène, la formation des pyrites tend à rétablir l'équilibre; on voit ce minéral se produire à l'époque actuelle dans tous les cas où des matières organiques en décomposition se trouvent en contact avec des oxydes ou du sulfate de fer à l'abri de l'influence oxydante de l'air. »

» M. Ebelmen ajoute, en ce qui concerne la production de l'acide carbonique étranger à la respiration et à la combustion :

« La décomposition de ces mêmes pyrites conduit à un résultat inverse du précédent, et comme le produit de cette altération finira par rencon-

(1) De Gasparin, *Cours d'Agriculture*, t. VI, p. 83, 94.

» trer du carbonate de chaux, il en résulte en définitive du peroxyde de » fer, du sulfate de chaux et la mise en liberté d'une certaine quantité » d'acide carbonique. »

» J'ai fait une étude particulière de ce mode de production de l'acide carbonique, et j'y ai été engagé par une observation faite, il y a quelques années, en étudiant divers procédés de *teinture des pierres calcaires*.

» J'ai vu qu'en faisant chauffer de la craie dans une dissolution de sulfate de cuivre bien neutre et exempte de fer, la pierre se teint en un beau vert, et que de l'acide carbonique se dégage dès que la température s'élève à 60 degrés.

» En examinant le résultat de la réaction, j'ai vu qu'il s'était produit un mélange de sulfate de chaux et d'un sulfate basique de cuivre. Ce dernier produit, d'une fort belle couleur verte, correspond, par sa composition, à un produit naturel assez rare d'ailleurs, auquel on a donné le nom de *brochantite*, et dont la formule est $4CuSO^3 + 3CuO$, et la réaction qui lui donne naissance peut être formulée comme suit :

$$4SO^3CuO + 3CO^2CaO = (SO^3CuO + 3CuO) + 3SO^3CaO + 3CO^2.$$

Le sulfate quadribasique qui se forme retient 3 équivalents d'eau.

» Préparé comme je viens de l'indiquer, on peut l'isoler du sulfate de chaux, en le faisant bouillir avec une grande quantité d'eau. Ce même produit peut être obtenu en faisant chauffer une dissolution de sulfate de cuivre en excès avec du carbonate de magnésie. C'est même un moyen plus convenable pour étudier le phénomène, parce que le sulfate de magnésie formé est plus facile à séparer par le lavage que le sulfate de chaux.

» Des composés analogues sont obtenus, d'après Proust, Berzelius et Brunner, quand les oxydes de cuivre et de zinc, précipités par la potasse ou l'ammoniaque, sont mis en contact avec le sulfate de cuivre, et, d'après Kuhn, lorsqu'on abandonne au contact de l'air de la dissolution de sulfate de cuivre dans l'ammoniaque.

» Enfin la formation d'un sulfate basique de cuivre a encore été signalée par M. Demarçay dans une étude approfondie qu'il a faite de l'action des carbonates de chaux, de baryte et de magnésie sur les sels métalliques, au point de vue exclusif de l'analyse chimique.

» Lorsqu'on traite à chaud les sels de protoxyde de fer et de manganèse par la craie, il ne se dégage pas d'acide carbonique, parce qu'il se forme d'abord des carbonates de fer ou de manganèse; mais cet acide est déplacé au fur et à mesure que l'oxygène de l'air fait passer les protoxydes de ces sels à l'état

de peroxydes. C'est ainsi, mais seulement ainsi, que se confirme l'opinion de M. Ebelmen en ce qui concerne la formation du peroxyde de fer par le contact du sulfate de fer avec la craie; or il est utile d'ajouter que les réactions signalées dans mes essais peuvent se produire lentement à froid (1), et que les chlorures donnent des résultats analogues à ceux observés; il se forme dans ce dernier cas des oxychlorures hydratés. Les taches jaunes ou vertes qui se produisent sur nos monuments de marbre blanc, partout où ces marbres sont en contact avec du fer ou du bronze, n'ont pas d'autre origine.

» J'ajouterai, au point de vue de la production de l'acide carbonique étranger à la combustion du carbone, que le dégagement de cet acide n'a pas lieu seulement par le contact du sulfate de sesquioxyde de fer avec la craie, mais aussi par son contact avec le carbonate de magnésie ou les dolomies, et que lorsque l'oxydation des pyrites a lieu en présence de l'argile et qu'il s'est formé du sulfate d'alumine, comme cela a lieu dans nos terres pyriteuses du département de l'Aisne, ce sulfate agit énergiquement sur la craie des terres arables, et donne du plâtre et de l'alumine avec dégagement d'acide carbonique.

» Ainsi je justifie doublement l'efficacité de l'emploi des terres pyriteuses dans l'agriculture par la production d'acide carbonique dont il vient d'être question et par la production de cet acide due à l'action subséquente du sesquioxyde de fer sur les matières organiques.

Oxydation des métaux par les oxydes.

» Jusqu'ici je n'ai envisagé l'action des oxydes comme agents d'oxydation qu'au point de vue de la combustion des principes constitutifs des matières organiques. Cette action peut être généralisée davantage. En ce qui concerne l'oxyde de fer, j'espère mettre en évidence qu'il agit directement ou indirectement comme agent d'oxydation sur les métaux à la surface desquels il se forme.

» On peut admettre que dès qu'une tache de rouille s'est produite sur le fer, le métal est successivement rongé, parce que, de même que je l'ai expliqué pour les matières organiques, la partie du fer qui est immédiatement en contact s'oxyde aux dépens de l'oxygène du sesquioxyde de fer, lequel, après cette réduction partielle, reprend à l'air l'oxygène qu'il a perdu. L'oxyde de fer agit donc d'une manière continue comme moyen de transport de l'oxygène de l'air sur le métal.

---

(1) Des ossements et des coquilles qui ont séjourné longtemps en présence d'une dissolution de sulfate de cuivre prennent une fort belle couleur verte.

» On connaît l'empressement que l'on met généralement à recouvrir d'une peinture huileuse ou de goudron le fer et la fonte qui entrent dans nos constructions et qui doivent être exposés à l'air. Dans ces transformations je n'exclus pas l'influence de l'action galvanique, et par suite la décomposition de l'eau ; il importe d'ajouter d'ailleurs que la réaction ne peut avoir lieu qu'à la faveur de l'humidité qui, en présence du sesquioxyde de fer, reste constante, car lorsque le fer a décomposé l'eau, l'hydrogène naissant est réoxydé et converti en grande partie en eau par le contact de cet oxyde.

» C'est par cette oxydation lente et continue du fer que j'explique la profonde altération que subissent les chaudières à vapeur dans la partie exposée à l'air, lorsque, par des suintements continus à travers les joints des tôles ou par les robinets, les parois sont exposées à l'air dans un état d'humidité constante. Cette oxydation des surfaces extérieures se manifeste surtout lorsque les chaudières sont en chômage, et l'on peut dire avec certitude qu'il périt autant de chaudières par la rouille que par l'action du feu (1).

» Des phénomènes analogues se produisent pour le cuivre, et ces altérations marchent plus rapidement encore, lorsqu'au lieu de l'eau seulement et de l'acide carbonique de l'air, il intervient quelque matière saline ou des acides plus énergiques, comme l'acide acétique qui, dans la fabrication du verdet, intervient essentiellement comme auxiliaire dans ce transport continu de l'oxygène de l'air sur le métal. L'opinion de l'oxydation continue de certains métaux par les oxydes se justifie d'ailleurs par les résultats de l'analyse des couches d'oxyde qui se forment à la surface des métaux. Lorsque ces couches ont acquis quelque épaisseur, on reconnaît très-bien, de même que par l'analyse des battitures, que la partie qui a été immédiatement en contact avec le métal est dans un état d'oxydation moins avancé que les parties extérieures.

» On sait d'ailleurs que du perchlorure de cuivre en contact avec du cuivre métallique passe à l'état de protochlorure; un phénomène analogue a lieu lorsque le fer agit sur le sesquichlorure de fer sans dégagement sensible d'hydrogène; de même du fer divisé, en contact avec du sesquioxyde de fer hydraté et de l'eau, donne de l'oxyde de fer magnétique. L'oxydation du fer divisé par l'eau seule est réalisée dans la préparation de l'éthiops martial, mais cela n'exclut pas l'intervention des oxydes, ainsi

---

(1) Il est d'un haut intérêt de protéger les parois des chaudières exposées à l'air par des enduits imperméables à l'eau et résistant à la chaleur. Les silicates solubles associés au sulfate artificiel de baryte pourront sans doute être, dans cette circonstance, d'un grand secours.

que je l'ai indiqué en maintenant en contact avec le fer l'eau nécessaire à la réaction.

Considérations géologiques.

» Je pense que l'oxyde de fer et l'oxyde de cuivre interviennent dans la rapide oxydation des sulfures naturels comme dans l'oxydation des métaux, sans cependant qu'il soit nécessaire d'admettre que ces sulfures ne puissent pas passer directement à l'état de sulfates par le seul contact de l'air; n'est-ce pas dans la rapide oxydation des pyrites, lorsqu'à leur surface il s'est développé une couche de peroxyde de fer, qu'il faut chercher l'explication de ces épigénies si curieuses des sulfures de fer en oxyde de fer hydraté qui conserve tantôt la forme cubique de la pyrite jaune ou celle du prisme rhomboïdal ou même de cristaux crêtés appartenant au fer sulfuré blanc.

» Voici les faits qui m'ont conduit à ces considérations géologiques, c'est encore dans le port de Dunkerque que j'ai fait mes premières observations à cet égard.

» Il y a quelques années, des pêcheurs avaient retiré de la rade de ce port un affût de canon qui, par sa forme et l'état d'altération où il se trouvait, devait faire admettre un séjour de plus d'un siècle dans l'eau. Le bois, détruit en partie, était profondément altéré et perforé. Ce qui, dans cette pièce, a frappé mon attention, c'est que les armures de fer avaient presque entièrement disparu, et que le bois dans lequel elles avaient été fixées se trouvait en grande partie remplacé par du sesquioxyde de fer hydraté occupant un espace beaucoup plus considérable que l'espace occupé primitivement par le fer.

» Dans ces masses ferrugineuses, partout où le carbone du bois avait disparu, l'oxyde de fer avait pris la structure fibreuse du bois; en deux mots, c'était du bois pétrifié et transformé en limonite. Depuis ces premières observations, j'ai reconnu que le contact de l'oxyde de fer opérait dans la nature des épigénies analogues. Ainsi, dans un voyage récent dans les Landes, où j'ai eu occasion de rencontrer M. Jacquot, ingénieur en chef des mines, ce géologue distingué m'a fait voir des glands et autres fruits transformés en limonite par leur séjour prolongé dans des sables ferrugineux. C'est là une éclatante démonstration de la théorie que je cherche à faire prévaloir.

» J'ajouterai que cette opinion est entièrement conforme à celle exprimée par M. Marchand, pharmacien à Fécamp, dans un travail très-complet sur les eaux potables.

» Quant à l'agent qui sert de moyen de transport du fer, il me paraît être de nature diverse : l'acide carbonique qui résulte de la combustion du carbone qui disparaît dans ces transformations, joue sans doute un grand rôle, mais son action n'exclut pas celle d'acides organiques, celle de l'acide crénique, par exemple; mais à cet égard partageant l'opinion de M. Hervé Mangon, je pense, avec ce savant ingénieur, que rien de bien précis n'est encore acquis à la science relativement au véritable dissolvant du fer dans ces circonstances.

» Quoi qu'il en soit, l'eau seule et l'acide carbonique de l'air interviennent dans l'oxydation du fer par la rouille, à moins qu'on ne veuille attribuer un certain rôle à l'ammoniaque qui peut se former.

» Les matières salines de l'eau de mer facilitent les réactions, car il est à remarquer que les chevilles de fer altèrent plus promptement le bois de nos navires que les boulons qui fixent les coussinets en fonte n'altèrent le bois de nos traverses de chemins de fer.

» Ce qui existe pour le fer seul me paraît exister pour les sulfures. Je n'en veux d'autre preuve que l'intervention du sel ammoniac dans la consolidation du mastic de fer, consolidation qui repose sur la formation d'un sulfure qui se trouve remplacé par un oxyde sur tous les points où l'air a accès, le sulfure n'intervenant que temporairement; en effet, dans l'examen chimique que j'ai fait de mastics de fer très-anciens, je n'ai plus trouvé que très-peu de soufre ou d'acide sulfurique dans les parties exposées à l'air, tandis que dans les parties protégées le sulfure était persistant. Il en est de même des scellements de pierres faits avec des crampons de fer et du soufre. Si les pierres sont poreuses, les portions rapprochées de la surface se gonflent et rendent ainsi tout écoulement de liquide impossible; peu à peu le soufre s'y trouve remplacé par des oxydes hydratés qui, en occupant un volume plus considérable que le fer et le soufre, font souvent éclater la pierre.

Considérations industrielles.

» Dans le cours de ce travail, indépendamment des observations résultant de la prompte altération du bois par le contact du fer, des applications de certains oxydes métalliques et de certains sulfates à la fertilisation des terres par suite de la production de l'acide carbonique, il est quelques autres faits sur lesquels je crois, en terminant, devoir appeler l'attention des industriels.

» En traitant de l'action du sulfate de cuivre sur la craie et le carbonate

de magnésie, j'ai signalé la production d'une belle couleur verte qui, je pense, trouvera un utile emploi dans la peinture et dans la fabrication de papiers de tenture. Lorsque la préparation de cette couleur pourra avoir lieu au moyen de sulfate de cuivre et du carbonate de magnésie natif ou des dolomies assez friables ou assez divisés pour agir sur ce sulfate, elle sera des plus économiques, car elle donnera lieu tout à la fois à une production de sulfate de magnésie et à un dégagement abondant d'acide carbonique qui est utilisable dans la fabrication des eaux gazeuzes et des bicarbonates alcalins; on arrivera ainsi à utiliser tous les principes constituants des corps mis en présence.

» La couleur verte obtenue, quoique moins foncée et plus terne que le vert de Schweinfurt, a le mérite d'une plus grande stabilité; elle acquiert plus d'éclat vue à la lumière artificielle et surtout ne présente pas, comme les préparations arsenicales, les graves inconvénients qui souvent ont fait agiter, dans les conseils de salubrité, l'opportunité d'interdire l'emploi de ces préparations dans la peinture.

» J'ajouterai que si l'on n'a pour but que de produire de l'acide carbonique et du sulfate de magnésie, on peut remplacer le sulfate de cuivre par le sulfate d'alumine, les magmas d'alun, par exemple, dont chaque équivalent d'acide sulfurique donnera un équivalent d'acide carbonique et un équivalent de sulfate de magnésie (1).

» Enfin, au point de vue artistique, il n'est pas inutile de constater que par des imbibitions à froid des pierres calcaires poreuses avec des dissolutions de sulfate d'alumine, ces pierres se pénètrent à une certaine profondeur d'alumine et de sulfate de chaux, ce qui en augmente la densité et la dureté. Si après ce traitement on a recours à la silicatisation, le durcissement et l'imperméabilité de la pierre deviennent des plus considérables, sans grande dépense en silicate et sans qu'il se forme aucun sel déliquescent susceptible d'entretenir l'humidité dans les constructions silicatisées. »

---

(1) Si l'on se place au point de vue unique de la production d'une couleur verte, on pourra faire réagir à chaud 2 équivalents de chaux sur une dissolution de 3 équivalents de chlorure de cuivre, ce dernier devant rester en excès. On utilisera le chlorure de calcium produit par cette réaction à la transformation du sulfate de cuivre en chlorure de cuivre.

CHIRURGIE. — *Note sur les résections sous-périostées; par* **M. C. Sédillot.**

« Les belles expériences de l'illustre Secrétaire perpétuel de l'Académie ont ouvert à la chirurgie des voies nouvelles, et de nombreux exemples d'évidement avec régénération osseuse ont démontré les avantages de cette méthode opératoire. La même certitude n'existe pas au sujet de la reproduction des os complétement réséqués sur l'homme dans une portion de leur longueur, avec conservation du périoste. Beaucoup d'observations de ce genre ont été publiées, mais elles ne sont en général ni authentiques ni probantes, et l'art en attend et en réclame de nouvelles pour être fixé sur la valeur des résections sous-périostées.

» J'ai fait, comme tous les chirurgiens, une foule d'amputations avec conservation d'une sorte de fourreau périostique destiné à envelopper l'extrémité osseuse, et jamais je n'ai vu aucun travail de reproduction s'accomplir dans cette véritable gaîne périostée. Les opérations d'évidement que j'ai pratiquées laissaient deux lambeaux périostiques libres et intacts sur les bords de la plaie. Jamais ces lambeaux n'ont pris part à la régénération osseuse.

» Les ouvriers atteints de nécrose des maxillaires supérieurs par l'action des vapeurs phosphorées ont été soumis à des ablations très-étendues, et quelquefois complètes, des os convertis en séquestres; mais la régénération d'un nouvel os n'avait pas lieu.

» Ces quelques observations cliniques semblent démontrer la grande difficulté des régénérations osseuses sous-périostées chez l'homme. J'espère toujours que les belles expériences de M. Flourens sur les animaux contribueront, comme on en a déjà la preuve, à l'avancement de la chirurgie; mais il ne faudrait pas compromettre le progrès par des faits de valeur douteuse, et plus on sera rigoureux sur la valeur et l'importance des témoignages, plus on favorisera et assurera les utiles applications des découvertes physiologiques.

» A la suite de ces remarques, l'Académie me permettra, je l'espère, de lui présenter quelques réflexions sur une communication qui lui a été faite récemment, une observation de résection sous-périostée du coude, suivie de régénération osseuse, observation qui, suivant l'auteur, « réfute d'elle-même » les diverses objections qu'on a pu, tout récemment encore, adresser à ce » mode de résection et en particulier celle qui se fondait sur le danger

» d'appliquer à l'homme malade les données obtenues sur les animaux » sains. »

» Personne, que nous sachions, n'a jamais repoussé les applications à l'homme malade des données obtenues sur les animaux sains. L'antiquité avait déjà compris l'importance de cette source d'enseignements et à aucune époque on n'en a tiré autant de parti que de nos jours. Quant à l'observation de résection, nous la croyons peu probante. D'après les chiffres indiqués, l'humérus aurait perdu 8 à 9 centimètres de longueur et le cubitus et le radius de 3 à 4 centimètres. Pourquoi n'avoir pas remplacé ces mesures approximatives, et dès lors fort contestables, par des chiffres exacts? Pourquoi n'être entré dans aucun détail sur cette particularité peu commune d'une résection faite à des hauteurs si différentes sur le cubitus et le radius. On pratique ordinairement la résection radio-cubitale sur un même plan, pour régulariser les rapports de la nouvelle articulation, et dans un cas où l'humérus était si gravement atteint (8 à 9 centimètres) et le radius également carié fort loin (3 à 4 centimètres), on comprend mal comment le cubitus avait échappé aussi exceptionnellement aux progrès de l'affection, qu'à peine la totalité de l'olécrâne avait dû être enlevée.

» Ces obscurités sont regrettables sans doute, mais on s'étonne davantage d'entendre avancer que le raccourcissement du membre devait être égal à la somme des longueurs osseuses réséquées aux bras et à l'avant-bras. Comme l'humérus et le cubitus sont superposés dans une étendue de 3 centimètres, on peut enlever 3 centimètres du cubitus sans diminuer de 1 millimètre la longueur totale du membre, puisqu'après la résection les extrémités osseuses sont placées bout à bout et restent quelquefois même assez éloignées l'une de l'autre. C'est donc une erreur que de supposer le raccourcissement définitif égal aux portions de l'humérus et du cubitus enlevées, et l'excès de longueur de 2 centimètres qui est signalé, s'explique très-bien par l'existence d'un tissu fibreux interposé, la présence de quelques stalactites osseuses et les difficultés de mesurer avec une grande précision un membre soumis depuis quelques mois seulement à une résection du coude.

» Nous désirons vivement, comme tous les chirurgiens, voir confirmer les avantages des résections sous-périostées; mais, avant de les admettre, nous en demandons la démonstration clinique, au nom des légitimes exigences de l'art. Il ne s'agit pas de savoir si le périoste produit du tissu osseux : le fait est incontestable et a pris rang depuis longtemps dans la science. La question est celle de la régénération des os comme forme et comme fonctions à

la suite des résections sous-périostées ; le professeur Heine de Wurzbourg l'avait posée en 1836, et avait inventé des instruments et un mode opératoire spéciaux pour obtenir sur l'homme les résultats si remarquables dont il avait été témoin sur les animaux (*voir* notre communication du 1er mars 1858, à l'Académie). Depuis ce temps néanmoins, et, nous le répétons, malgré la haute impulsion donnée à ces recherches par M. Flourens, aucun fait certain de régénération osseuse complète sous-périostée n'a été produit, sans en excepter l'observation nouvelle, et la chirurgie invoque encore à ce sujet de nouvelles preuves. »

Note relative à une communication de M. Faye; par **M. DE TESSAN.**

« Dans la dernière séance de l'Académie notre savant confrère M. Faye a formulé, comme conséquence de ses calculs, les deux conclusions suivantes :

» Si les expériences de M. Fizeau possèdent réellement l'exactitude qu'elles paraissent avoir, le mouvement propre que les astronomes attribuent au système solaire vers la constellation d'Hercule n'existe pas.

» Si au contraire les déterminations astronomiques de ce mouvement sont fondées, il faut admettre que les expériences du savant physicien sont affectées d'une erreur systématique, ou que sa théorie présente quelque lacune importante.

» Ces conclusions seraient graves si elles ne reposaient elles-mêmes sur une erreur évidente qu'il suffira d'énoncer pour qu'on la saisisse. C'est que M. Faye ne tient aucun compte dans sa formule de la vitesse de translation dans l'espace du soleil, c'est-à-dire de la source même qui fournit la lumière expérimentée.

» En tenant compte, comme on doit évidemment le faire, de cette vitesse égale à celle de la terre et dirigée dans le même sens (vers la constellation d'Hercule) il s'introduit dans la formule de M. Faye un troisième terme qui détruit complétement le second et réduit la formule à son premier terme. Cette réduction était d'ailleurs évidente à priori; car la belle expérience de M. Fizeau ne peut faire connaître que la vitesse relative (dans la direction de l'ouest à l'est) de la source qui fournit la lumière expérimentée et du corps qui la reçoit; et cela quelle que soit d'ailleurs la théorie de la lumière que l'on adopte.

» La formule de M. Faye devant être réduite à son premier terme, et ce

terme, d'après notre savant confrère lui-même, représentant si bien les observations de M. Fizeau, l'exactitude expérimentale et théorique de ce savant physicien se trouve complétement confirmée, bien loin d'être infirmée. »

M. Denis, de Commercy, récemment nommé à une place de Correspondant de la Section de Médecine et de Chirurgie, adresse ses remercîments à l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE. — *De la glycogénie animale dans ses rapports avec la production et la destruction de la graisse; par* **M. G. Colin**.

(Commissaires, MM. Chevreul, Cl. Bernard, Fremy.)

L'auteur, en terminant son Mémoire, donne, dans un résumé que le défaut d'espace ne nous permet pas de reproduire en entier, les conséquences qui dérivent de ses recherches relativement : 1° au *chyle*, 2° à la *lymphe*, 3° au *sang*, 4° au *foie*. Celles qui ont rapport à ce dernier organe sont exposées par lui dans les propositions suivantes :

« Le sucre du foie dérive manifestement, au moins en partie, des aliments sucrés ou féculents comme le sont ceux des espèces herbivores ou à régime mixte. Alors il est amené à cet organe par la veine porte et par l'artère hépatique.

» Il paraît être aussi un produit de la transformation des matières grasses, qui s'accumulent dans les cellules hépatiques et dans les espaces intra-cellulaires.

» Ce sucre se montre en proportion beaucoup plus considérable chez les animaux qui ont de la graisse que chez ceux qui sont à peu près dépourvus de cette substance. Néanmoins, au delà d'une certaine limite sa quantité n'augmente plus; elle baisse même très-notablement dans les foies qui ont subi la dégénérescence graisseuse.

» Chez les animaux qui n'ont plus de tissu adipeux à résorber, le sucre diminue dès les premiers moments de l'abstinence et disparaît très-vite.

» Au contraire chez les animaux gras il se renouvelle et se maintient à un chiffre élevé, quoique la privation d'aliments soit de longue durée et tant que la température du corps demeure à peu près au degré normal. »

ANTHROPOLOGIE. — *Note sur la formation du type et ses caractères dans les variétés dégénérées; par* **M. Morel.**

(Concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie de 1860.)

« Il résulte des considérations émises dans cette Note et de l'étude des variétés dont j'ai donné les types (1) :

» 1°. Le type est la manifestation extérieure des caractères auxquels on peut reconnaître que les individus appartiennent à telle ou telle variété dégénérée.

» 2°. Il importe de chercher ces caractères dans trois ordres de déviations maladives : les déviations de l'ordre physique, celles de l'ordre intellectuel et celles de l'ordre moral.

» 3°. Les individus qui appartiennent à telle ou telle variété se ressemblent tous par les caractères qui tiennent à ces trois ordres de faits.

» 4°. Un des caractères les plus saillants et à l'aide duquel M. le professeur Flourens a trouvé le caractère du genre, est celui de la *fécondité bornée.* Rien de plus frappant que les anomalies de la fécondité dans les variétés dégénérées. Les unes sont capables d'être fécondées, les autres ont une fécondité bornée. Il en est de complétement stériles.

» 5°. C'est dans la nature de la cause qu'il faut chercher les dissemblances du type entre les individus de telle ou telle variété.

» Dans certains cas le type ne se constitue que progressivement à la deuxième ou troisième génération, lorsque rien n'a été tenté pour remonter le cours ascendant des phénomènes régénérateurs. Il arrive de là que les individus issus d'une même cause dégénératrice commencent par offrir entre eux les dissemblances les plus frappantes. Leurs descendants seuls sont *typiqués* et se ressemblent entre eux.

» 6°. Lorsque la cause est intense, ainsi que cela se voit dans la production du crétinisme, et dans les cas d'intoxication alcoolique des parents, le type peut être créé de *toutes pièces* déjà dans la première génération.

» A plus forte raison ce phénomène de transmission typique identique est-il évident lorsque le type préexiste chez les parents et que ceux-ci ne sont pas stériles. Cela se voit pour les scrofuleux, les phthisiques et autres variétés maladives.

---

(1) Ces types sont figurés dans des dessins d'après nature qui font partie de l'envoi de M. Morel.

» Je viens de parcourir, dans l'intérêt de ces études spéciales, la Savoie et le midi de la France. J'ai pu me convaincre que la similitude des causes produit en tous lieux la similitude des types. Seulement il est tel pays où une cause étant spéciale au sol, aux habitudes, à l'hygiène des populations, produit telle variété qui ne se retrouve pas ailleurs. Le midi de la France est préservé de l'alcoolisme et je n'y ai pas retrouvé les variétés que j'ai ignalées dans la Meurthe et dans la Seine-inférieure. D'un autre côté, c'est dans les lois de la fécondité continue qu'il faut chercher les causes de la propagation plus grande des variétés dégénérées dans tel milieu plutôt que dans tel autre, ainsi que les caractères du type qui leur appartient. »

L'auteur adresse en même temps que ce manuscrit un ouvrage imprimé, son *Traité des maladies mentales*, et y joint une indication de ce qu'il considère comme neuf dans son travail.

M. **Robin** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : *Causes de la fusion : lois qui la régissent.*

« D'après mes recherches, dit l'auteur, deux règles fort simples régissent la fusibilité dans les différentes classes de composés minéraux : l'une concerne les combinaisons peu intimes, l'autre est relative aux combinaisons très-intimes. Toutes deux, aidées du rapport que j'avais signalé dans ma « Philosophie chimique » publiée en 1842, entre la fusibilité et le poids spécifique, permettent de prévoir en général la fusibilité comparée des composés de chaque classe. »

Ce Mémoire, qui est très-étendu, est renvoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. Pelouze, Pouillet, Regnault.

M. **Husson** adresse un Mémoire intitulé : « Lois principales du mouvement de la population dans la ville et dans l'arrondissement de Toul », et demande que ce travail, auquel il s'était préparé par des recherches antérieures pour la plupart publiées et dont il a depuis longtemps commencé à réunir les éléments, soit compris dans le nombre des pièces adressées au prochain concours pour le prix de Statistique.

(Réservé pour la future Commission.)

M. **Bizio** adresse de Venise une Note ayant pour objet de constater, au moyen d'ouvrages dont la publication, pour quelques-uns, remonte à dix-

huit ans, et dont il a successivement fait hommage à l'Académie, qu'il était arrivé relativement à la corrélation entre le poids des équivalents des corps et leurs propriétés physiques et chimiques à des résultats qui bien longtemps après ont été présentés comme nouveaux.

(Renvoi à l'examen d'une Commission composée de MM. Dumas, Pelouze, Regnault.)

M. Natanson adresse de Varsovie une réclamation de priorité à l'égard de M. Hofmann pour la découverte de la base nommée *acéténamine ;* il rappelle à cette occasion un travail qu'il a fait paraître au mois d'octobre 1854, une Note concernant l'action de l'ammoniaque sur la liqueur des Hollandais.

(Renvoi à l'examen de M. Balard.)

M. Bobœuf soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur *l'acide phénique* et les huiles saponifiables obtenues de la houille, des schistes, etc., leurs dérivés par substitution et leurs applications diverses, notamment les applications à l'embaumement des corps, au tannage des cuirs et à la désinfection permanente de l'engrais provenant des fosses d'aisances.

(Réservé pour la future Commission du prix dit des Arts insalubres.)

M. Mathieu adresse la description d'un mécanisme qu'il a imaginé pour imprimer à un *avant-bras artificiel* les mouvements nécessaires. Le succès qu'il a obtenu dans le cas de M. Roger, du théâtre de l'Opéra, a pu être apprécié tout récemment par une multitude de spectateurs, et est attesté par une Lettre de l'artiste que M. Mathieu ajoute à la Note dans laquelle il donne la description de l'appareil.

M. Moison adresse de Saint-Coulomb, près Cancale (Ille-et-Vilaine), une Note sur un nouveau procédé de *fumure* pour les sables des dunes. L'auteur a constaté par des essais réitérés que, suivant que le sable est plus ou moins gros, le fumier doit être enfoui plus ou moins profondément. Il indique également ce qu'il convient de faire quand on substitue au fumier ordinaire du goëmon et montre que ces pratiques, auxquelles on est arrivé par tâtonnement, sont d'ailleurs très-rationnelles.

(Commissaires, MM. Payen, Boussingault.)

M. Ollive-Meinadier soumet au jugement de l'Académie une Note intitulée : « Quelques mots sur le théorème de Fermat ».

(Renvoi à l'examen de M. Bertrand.)

M. Marc-d'Espine, qui avait précédemment adressé au concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie son « Traité analytique et critique de statistique mortuaire comparée », adresse aujourd'hui, pour se conformer, bien qu'un peu tardivement, à une des conditions imposées aux concurrents, une indication de ce qu'il considère comme neuf dans son travail.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet un opuscule de *M. Zaliwski*, intitulé : « La gravitation au point de vue de l'électricité », opuscule sur lequel l'auteur désire obtenir un jugement de l'Académie.

On fera connaître à M. le Ministre le motif qui empêche l'Académie de se rendre au désir de M. Zaliwski, les ouvrages imprimés ne pouvant, d'après une décision déjà ancienne et constamment respectée, être renvoyés à l'examen d'une Commission.

M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, une carte géologique du département du Loiret par *M. E. Lefebure de Fourcy*, carte en quatre feuilles et accompagnée d'un Mémoire descriptif.

M. le Secrétaire perpétuel présente au nom de l'auteur, *M. J. Budge*, un Mémoire écrit en allemand et ayant pour titre : « Recherches anatomiques et physiologiques sur les fonctions des plexus cœliaques et mésentérique ».

Les résultats des recherches anatomiques, qui se rapportent à des Mammifères, des Oiseaux et des Batraciens, sont figurés dans plusieurs planches exécutées avec beaucoup de soin. Quant aux résultats des recherches phy-

siologiques, nous nous contenterons de mentionner les plus saillants qui peuvent être énoncés de la manière suivante :

« Après l'extirpation des ganglions cœliaques et du ganglion mésentérique, les matières fécales sont molles approchant plus ou moins de l'état de diarrhée.

» Ce ramollissement dépend d'une transsudation des vaisseaux dans l'intestin.

» Il y a aussi sécrétion très-abondante de mucus et de sang.

» Les évacuations ne se font plus qu'avec douleur.

» Par suite de l'extirpation des ganglions de l'abdomen, le mouvement péristaltique du gros intestin est augmenté.

» L'irritation de ces ganglions détermine une forte contraction des fibres musculaires du gros intestin ».

M. Encke, un des Secrétaires de l'Académie des Sciences de Berlin, adresse le prospectus d'une fondation projetée pour honorer la mémoire de Humboldt d'une manière digne de lui, c'est-à-dire en contribuant dans l'avenir aux progrès de la science comme il y a contribué dans le passé pendant cette longue vie si noblement employée.

« Ce n'était pas seulement par ses recherches, par ses publications que Alexandre de Humboldt servait la science; il la servait encore, et d'une manière non moins efficace, par l'appui qu'il prêtait aux savants, par le zèle ardent, infatigable, avec lequel il secondait, dans tous les pays, les efforts scientifiques. Il n'est personne aujourd'hui qui, prenant cette part de la succession d'Alexandre de Humboldt, puisse prêter aux progrès, sous toutes ses formes, l'appui généreux qu'il lui accordait; et cependant il est très à désirer qu'on puisse étendre au delà de sa vie et perpétuer ce noble côté de sa grande activité.

» Voilà comment est né le projet de réaliser sous le nom de *fondation Humboldt* une institution ayant pour but d'assurer un appui efficace à tous les talents éprouvés, partout où ils pourront se trouver, et dans toutes les directions dans lesquelles cet homme illustre déploya son activité, spécialement dans les travaux, les recherches scientifiques et les lointains voyages. On a proposé de confier au corps scientifique auquel de Humboldt a appartenu pendant près de soixante ans, auquel il a prêté jusqu'à la fin de sa vie un

fidèle et actif concours, qui, quelques semaines encore avant sa mort, entendait dans une de ses séances sa vivifiante parole, à l'Académie de Berlin l'organisation de cette fondation. L'Académie s'est déclarée prête à répondre à l'appel qui lui était fait, à tracer un plan et des statuts de la fondation en rapport avec le capital que l'avenir mettra à sa disposition ; à s'entendre avec le Comité pour une constitution définitive; à se charger du soin d'attribuer des allocations convenables et dignes aux hommes de talent déjà éprouvés ou d'un riche avenir.

» C'est dans ce sentiment, dit en terminant le Comité, que nous nous enhardissons à faire appel aux capitaux pour la fondation Humboldt. Nous prions qu'on adresse les fonds à la maison de banque Mendelshon et Cie de Berlin. Dans six mois nous ferons un premier Rapport public. »

A ce prospectus, envoyé en double rédaction, l'une en allemand, l'autre en français, est jointe une circulaire adressée à toutes les Sociétés savantes et réclamant plus particulièrement leur concours.

M. **Piorry** adresse une réclamation de priorité pour l'observation des faits qu'on désigne collectivement sous le nom d'*hypnotisme*.

« Dès l'année 1816, j'ai établi, dit-il, dans le *Journal de la Vienne*, que les passes dites magnétiques agissaient alors qu'elles provoquaient le sommeil, en modifiant les organes de la vision et leurs nerfs. Vers 1828, j'ai publié un Mémoire sur la migraine ophthalmique, dans lequel j'ai fait voir que la lecture ou l'action de fixer les corps lumineux pendant la digestion, ou lorsque la faim est trop prononcée, déterminent une série de phénomènes nerveux, tels que la vue d'un demi-cercle lumineux et coloré, bleuâtre, inégal, vacillant, s'élargissant peu à peu en même temps qu'il pâlit durant quelques minutes, et à la suite de l'apparition duquel ont lieu d'atroces douleurs de tête et d'insupportables vomissements.

» De 1828 à 1833, j'ai fait des leçons et recueilli des observations nombreuses sur ce sujet. Dès lors j'ai proposé une théorie rationnelle soit des phénomènes précédents, soit des accidents symptomatiques réunis sous les dénominations d'épilepsie et d'hystérie. En 1833, dans la *Clinique médicale de la Pitié* (page 322), j'ai mentionné l'histoire d'une jeune fille devenue épileptique pour avoir fixé le soleil..... »

Après plusieurs autres citations que nous ne pouvons, faute d'espace, reproduire en entier, M. Piorry continue dans les termes suivants :

« Il résulte manifestement de ces dates et de ces travaux :

» 1°. Que depuis 1828 j'ai établi l'influence de la vision ou de la vue des corps très-lumineux, sur la production du *cercle vibrant* observé dans la migraine ophthalmique; sur la manifestation de l'*épilepsie* et même de la *catalepsie*. (J'ai même établi que l'hystérie prenait le caractère épileptique seulement dans les cas où le mal parvenait à la rétine.)

» 2°. Que j'ai noté dès 1833 que les phénomènes dont il s'agit étaient dus à une vibration spéciale que l'on fait parfois cesser en agissant sur l'œil par l'obscurité, l'extrait de belladone, ou en faisant porter des lunettes. Je provoque à volonté sur autrui et sur moi-même l'apparition du cercle lumineux de l'iris en regardant fixement les objets ou par la lecture, de la même façon que l'on produit l'hypnotisme en faisant attentivement regarder un corps brillant.

» Je terminerai cette Lettre par une simple remarque, c'est que plusieurs épileptiques observés par moi ont eu de nombreuses attaques après l'apparition d'un premier accès survenu à l'occasion de la vue d'une lumière vive. Il pourrait donc ne pas être sans danger, au point de vue de la reproduction ultérieure des attaques, de provoquer l'hypnotisme chez des individus névropathiques. »

M. Radiguel envoie, à l'occasion d'une communication récente de MM. Marcel de Serres, une deuxième Note « sur la création réitérée de l'homme et des autres espèces ». Suivant lui, la réalité des « nombreuses créations organiques successivement reproduites, puis détruites chacune par un déluge, peut s'établir par des observations puisées à trois sources : 1° la nature des divers terrains diluviens apportant chacun sa forme nouvelle qui permet d'en faire le dénombrement et d'apprécier la puissance de destruction de ces cataclysmes à laquelle aucun être vivant ne pouvait échapper ; 2° les fossiles organiques qui, en montrant que les mêmes espèces ont été souvent reproduites, fait voir en même temps qu'elles ont subi une légère modification de forme à chaque création nouvelle; 3° enfin, les objets d'industrie humaine, silex taillés, poteries, bois et métaux travaillés, les charbons eux-mêmes indiquant que les diverses races humaines qui ont habité le bassin du Rhin et de la Seine n'étaient pas également avancées dans la voie de la civilisation quand elles ont été détruites. »

M. Th. Gosselin envoie d'Amiens (Somme) une Note « Sur l'asphyxie par l'acide carbonique et sur une méthode préservative ».

M. Regnault est invité à prendre connaissance de cette Note et à faire savoir à l'Académie si elle est de nature à devenir l'objet d'un Rapport.

La Société *d'Agriculture, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de la Loire* prie l'Académie de vouloir bien faire à la bibliothèque de cet établissement le don de ses *Comptes rendus hebdomadaires*.

(Renvoi à la Commission administrative.)

M. F. Lannoy envoie d'Ixelles, près Bruxelles (Belgique), des « Tables des racines carrées à dix décimales » et prie l'Académie de vouloir bien porter un jugement sur ce travail. Comme, en même temps, il demande que le manuscrit lui soit retourné après qu'on l'aura examiné, on lui fera savoir que tout travail qui a été l'objet d'un Rapport doit rester dans les archives de l'Académie. Quand une communication n'a pas été jugée par une Commission, l'auteur peut toujours la reprendre ou la faire retirer par une personne dûment autorisée; mais l'Académie ne se charge pas de la renvoyer.

A 4 heures, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans la séance du 19 décembre 1859 les ouvrages dont voici les titres :

Institut impérial de France. Académie des Sciences. Discours prononcés aux funérailles de M. Poinsot, le lundi 12 décembre 1859; in-4°.

Les Aurores boréales; par M. Aug. de la Rive. Genève, 1859; br. in-8°.

Traité des maladies mentales; par le Dr B.-A. Morel. Paris, 1860; 1 vol. in-8°.

Médecine homœopathique domestique; par le Dr C. HÉRING; 4e édition française; *traduite sur la* 6e édition américaine, *récemment publiée par l'auteur lui-même, revue, corrigée et augmentée d'un grand nombre d'additions tirées de la* XIe édition allemande, *et précédée d'indications générales d'hygiène et de prophylaxie des maladies héréditaires; par* le Dr Léon MARCHANT. Paris, 1860; 1 vol. in-12.

Esquisse géologique et paléontologique des couches crétacées du Limbourg, et plus spécialement de la craie tuffeau, avec carte géologique, coupes, plan horizontal des carrières de Saint-Pierre, etc.; par Jonkr.-J.-T. BINKHORST VAN DEN BINKHORST. 1re partie. Maestricht, 1859; in-8°.

Richesses ornithologiques du midi de la France, ou Description méthodique de tous les Oiseaux observés en Provence et dans tous les départements circonvoisins, par MM. J.-B. JAUBERT et BARTHÉLEMY-LAPOMMERAYE; 1er et 2e fascicules in-4°. (Offert au nom des auteurs par M. Is. Geoffroy-Saint-Hilaire.)

De la santé des gens de lettres, suivi de l'essai des maladies des gens du monde; par TISSOT. Paris, 1859; 1 vol. in-12.

Carte géologique du département du Loiret; par M. Eugène DE FOURCY. (Texte explicatif.) Paris, 1859; in-8°.

Esquisse géologique de l'arrondissement de Toul, suivi d'un aperçu botanique des environs de cette ville; par HUSSON, pharmacien. Toul, 1848; br. in-8°, accompagnée d'un supplément et d'annotations et corrections; 2 br. in-8°.

Médecine populaire sur les premiers secours à donner dans les empoisonnements et les asphyxies; par le même; br. in-8°.

Mémoire sur les couches qui joignent l'arrondissement de Toul au département de la Meuse, suivi de quelques considérations sur l'état actuel de la vigne (1853); *par* le même; br. in-8°.

Les grandes usines de France; par M. TURGAN. Les Gobelins (2e partie, teinture); 2e livraison in-4°.

Expériences sur le mouvement alternatif de rotation communiqué aux propulseurs marins; par DE LARONCE, enseigne de vaisseau. Propulseur-évolueur de SUET, second maître mécanicien de la marine impériale. Brest, 1859; br. in-8°.

Rapport sur les travaux de la Faculté des Sciences de Montpellier pendant l'année scolaire 1858-1859; *par* M. Paul GERVAIS, doyen de la Faculté. Montpellier, 1859; br. in-8°.

Annuaire de l'Académie impériale des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse pour l'année académique 1859-1860; *XVe année;* in-32.

Registratore... *Enregistreur météorologique au moyen de l'électricité; par* don Timothée BERTELLI, barnabite. Bologne, 1859; br. in-8°.

Sui globuli... *Nouvelles observations sur les globules connus en physiologie sous le nom de* decidui, *et spécialement sur ceux des glandes lymphatiques, par* le professeur A. TIGRI; br. in-8°.

Anatomische... *Recherches anatomiques et physiologiques sur les fonctions des* plexus cœliaques *et* mésentérique; *par* Julius BUDGE; 1re livraison in-4°.

Verhandlungen... *Mémoires de la Société de Médecine et d'Histoire naturelle de Heidelberg;* Ier volume, 1857-1859; n° 7, in-8°.

ERRATA.

(Séance du 28 novembre 1859.)

Page 842, ligne 1re, *au lieu de* $0,8\mu$ et $0,4\mu$, *lisez* $0,4\mu$ et $0,1\mu$.

Page 843, ligne 32, *au lieu de* à la quantité, *lisez* au double de la quantité.

Page 843, ligne dernière, *au lieu de* a', *lisez* α'.

Page 844, ligne 2, *au lieu de* $\frac{\mu''}{r''}$, *lisez* $\frac{\mu''}{3}$.

(Séance du 12 décembre 1859.)

Page 914, ligne 14, *au lieu de* $\left(m+\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{n-2}{n}} m^{\frac{1}{n}}$ *lisez* $\left(m+\frac{\mu}{r}\right)^{\frac{n-2}{n}} m^{\frac{2}{n}}$.

Page 915, ligne 2, *au lieu de* θ^{n-2}, *lisez* θ^{n-1}.

Page 917, ligne 18, *au lieu de* $\frac{r}{\theta}$, *lisez* $\frac{\theta}{r}$.

Page 918, ligne 13, *au lieu de* $z=0$, *lisez* $z=\theta$.

Page 918, ligne 15, *au lieu de* $\frac{\mu}{r}$, *lisez* $\frac{\mu}{4}$.

Page 919, ligne 4, *au lieu de* $\frac{\mu^3}{24}$, *lisez* $\frac{\mu^2}{24}$.